

CONVENCIÓN TÉCNICA Y TECNOLÓGICA
DE LA ARQUITECTURA TÉCNICA 2009

ANÁLISIS DE LAS HUMEDADES DE UN MONASTERIO

ESTUDIO DE LAS HUMEDADES DETECTADAS EN UN MONASTERIO
DEL SIGLO XV LLEGANDO AL DIAGNÓSTICO DE SU POSIBLE ORIGEN.

POR *Vanesa Asenjo Mongín, arquitecto técnico del Ayuntamiento de Madrid, y
M^a Pilar Nasarre de Goicoechea, José Pedro Gutiérrez Jiménez y Rafael Piñeiro
Martínez de Lecea, del Instituto de Ciencias
de la Construcción Eduardo Torroja*

Comenzando con la descripción

del edificio a analizar, el monasterio engloba la iglesia, el claustro viejo, el claustro nuevo, el palacio. Además, existen otras edificaciones auxiliares en el entorno del monasterio diseminadas por la finca.

Los claustros del monasterio están situados al norte del cuerpo de la iglesia, quedando el claustro viejo adosado a ella. Constan de dos plantas, excepto el ala norte del claustro nuevo y el ala central entre ambos claustros, que cuentan, además, con aprovechamiento de una planta bajo cubierta.

Por su parte, el palacio está situado al sur del cuerpo de la iglesia y adosado también a ella. Al aprovechar el desnivel natural del terreno, respecto del nivel de los claustros, cuenta con tres plantas: baja, primera y segunda; quedando la planta segunda casi a nivel con la planta alta del claustro viejo.

DESCRIPCIÓN DE LESIONES

Las lesiones más generalizadas en el monasterio son las humedades, que afectan a la mayoría de los recintos de la planta baja y primera del monasterio, a algunos de la planta segunda y a paramentos verticales y bóvedas de la iglesia. Además, de manera generalizada, las humedades afectan a los muros de cerramiento de fachada exteriores del monasterio y a las fachadas de los claustros.

Durante las visitas realizadas se tomaron datos de la situación y extensión de los síntomas de humedad que presentan los diferentes paramentos del monasterio.

- Se han observado filtraciones por fallos en la estanquidad del encuentro de la cubierta con los paramentos verticales. En otras ocasiones, las filtraciones están relacionadas con escorrentías de evacuación de los faldones de cubierta que caen concentradas sobre otros cerramientos,

como se puede observar en alguno de los locales de la fachada norte.

- En general, se ha observado que en el arranque de los muros del monasterio existe un problema de humedades por succión capilar, sin presión, de la humedad del terreno. Este problema afecta fundamentalmente a los muros de la crujía exterior del monasterio en las zonas norte, este y oeste. La mayor intensidad se observa en los muros de fachada exteriores de dichas crujías, aunque afecta también de manera importante a los muros de cerramiento de dichas crujías hacia sus claustros correspondientes o a los muros de partición interiores de las crujías.

- Además, existe un problema de humedades por filtración o absorción por la superficie de los paramentos de fachada, que afecta fundamentalmente a los muros que presentan su superficie más deteriorada y sin revestimiento, como son la fachada norte del monasterio



1



2

1 y 2. Dos imágenes de la fachada este del cuerpo de planta bajo cubierta.



3



4



5



6



7



8

y la fachada este. Sobre su superficie se observan síntomas de escorrentía del agua de lluvia, problema producido no sólo por la acción combinada de las precipitaciones y de los vientos dominantes, sino que se ve agravado por la ausencia de vuelo de los aleros de cubierta, que permite que las aguas de cubierta viertan directamente sobre el paramento de fachada.

También se realizó la toma de datos del trazado de diferentes vías y canalizaciones de agua, tanto en el perímetro del monasterio como de algunas que lo atraviesan subterráneamente. Se comprobó que muchas de estas canalizaciones llevan un abundante caudal durante las distintas épocas del año, incluso en periodos de pocas precipitaciones como el vivido durante el otoño de 2007. Se tomaron datos igualmente de las redes de drenaje y saneamiento y de las zanjas perimetrales existentes en la base

del muro norte del monasterio, tanto de sus dimensiones como de los materiales con que se han ejecutado.

DIAGNÓSTICO DE LAS HUMEDADES

Para el diagnóstico de las humedades se ha utilizado el método desarrollado en la tesis doctoral de Soledad García Morales, arquitecto y profesora de la Universidad Politécnica de Madrid.

En el diagnóstico de las humedades es conveniente proceder de un modo sistemático, aunque en cada caso el estudio se singularice al verse afectado por diversos factores, como son la tipología constructiva, los materiales, la edad, el entorno e incluso la historia del edificio. El método de trabajo se basa en una relación causa-efecto, teniendo en cuenta que la certeza que se desprende de esta correlación no es siempre definitiva, pues la realidad no se agota con un listado de posibles “cau-

sas” y “efectos”. La investigación descubrirá los factores que han podido intervenir en mayor o menor medida en el desarrollo de una cierta patología, pudiendo arrojar luz sobre ella. Sin embargo, la concomitancia de los diferentes factores actuantes, en muchos casos, complica el diagnóstico certero. El método de trabajo de diagnóstico, en líneas generales, pasa por:

- Estudio de la documentación aportada sobre el edificio, su entorno, el terreno y la historia del edificio.

3 y 4. Planta bajo cubierta.
5. Fachada norte.
6. Interior de la esquina fachada norte.
7. Fachada este.
8, 9 y 10. Fachada norte.



9



10



1



2



3



4



5



6

1. Claustro nuevo.
2. Claustro viejo.
3. Local ala norte del monasterio.
4. Fachada este.
5. Fachada norte.
6. Zanja descubierta de la zona este de la fachada norte.
7. Zanja cubierta de la zona oeste de la fachada norte
8. Galería no canalizada que discurre atravesando el claustro nuevo, desde la fachada norte a la sur del monasterio.
- 9 y 10. Ala norte del monasterio, exterior e interior del refectorio situado en planta baja.

- Reconocimiento e identificación de lesiones.
- Monitorización del edificio.
- Toma de datos y muestras.
- Ensayo de las muestras en el laboratorio.
- Estudio y análisis de los resultados.
- Diagnóstico.

Una vez definidos los posibles estados patológicos, el método de diagnóstico será posible si existe un modo de reconocer y cuantificar los síntomas para relacionarlos con las causas. El procedimiento, encaminado a la detección de los posibles focos, que se propone generalmente atiende a:

- Medir la humedad y temperatura del aire, en el exterior y en el interior.
- Medir la humedad y temperatura de los muros.

- Detectar la presencia de sales en los muros y pavimentos.
- Analizar la distribución de humedad en los muros en contacto con el terreno.

Se ha realizado el estudio en profundidad del refectorio, por estar situado al norte en planta baja, ser uno de los locales representativos del monasterio y presentar a lo largo de todo el año unos niveles de humedad en el ambiente muy elevados. Para ello se tomaron datos de temperatura y humedad ambiental tanto del interior del local como del exterior y de los locales contiguos al mismo (local continuo en planta baja y los locales inmediatamente superiores de planta primera y segunda), así como del ala norte del monasterio, exterior e interior del refectorio situado en planta baja.

TOMA DE DATOS

Medida de la humedad y temperatura del aire. Los datos obtenidos durante las inspecciones oculares se completan con la toma de datos termohigrométricos del aire en contacto con los paramentos. Se miden la temperatura y la humedad específica del aire en el perímetro interior y exterior del recinto, con objeto de detectar posibles focos por los que el agua está evaporando y estudiar el comportamiento hídrico del edificio.

Para realizar la medida de la humedad y temperatura del aire se han utilizado dos termohigrómetros de lectura digital casi instantánea y una toma de datos continua mediante la instalación de tres Data-Loggers de registro continuo.

Se realiza un recorrido por el interior y exterior del refectorio tomando medidas de humedad relativa y temperatura a 1,00 m y a 0,85 m del suelo y a unos 0,10 m de la pared. Se tomaron también medidas a 0,10 m del suelo del refectorio, pero en este caso no se pudo colocar el aparato cercano al arranque del muro por la presencia de un banco y un zócalo perimetral, teniendo que situarlo a unos 0,90 m de la pared. También se tomaron medidas en el eje central del local, paralelo a la fachada norte.

La toma de datos se ha realizado repetidamente en las visitas que se han realizado, siguiendo el recorrido descrito y midiendo en los mismos puntos (ver imagen página siguiente).

Simultáneamente a estos trabajos, se instalan tres Data-Loggers (termohigrómetros portátiles de registro continuo). Se recogen datos del exterior y del interior del refectorio y de los locales contiguos al mismo (local continuo en planta baja y los locales inmediatamente superiores de planta primera y segunda). Los Data-Logger A y C permanecen fijos. El A en interior del refectorio, y el C en el exterior. El Data-Logger B se ha ido cambiando de sitio según fechas.

El objetivo de esta toma de datos es localizar posibles focos de evaporación de humedad desde la base de los muros hacia el ambiente de los locales. Éste es el fundamento para la detección de la humedad por capilaridad en la solera o los muros de los edificios. Cuando hay humedad en el terreno, si las condiciones ambientales lo permiten, se produce una evaporación, y un instrumento



7



8



9



10

de medida de humedad del aire que sea suficientemente sensible permite detectar este fenómeno. El foco será tanto más intenso cuanto mayor sea la diferencia de humedad respecto al “aire seco” de otros puntos del edificio o del exterior. Cuando el foco de evaporación está a nivel del terreno, los mayores contenidos de humedad se detectan en zonas bajas del edificio.

Análisis de los resultados. Las mediciones han sido realizadas en diferentes épocas del año y con distinta climatología.

A pesar de los cambios en la temperatura ambiente exterior, la temperatura interior del refectorio se mantiene siempre por debajo de la exterior. También

está por debajo de la temperatura de los locales situados en plantas superiores, en su misma vertical.

Por su parte, el contenido de humedad del ambiente interior del refectorio generalmente es superior, aunque en ocasiones presenta valores similares al del ambiente exterior. De manera similar, la presión de vapor del ambiente interior es superior a la del ambiente exterior. Estos datos son indicio de la existencia de un foco de evaporación y, por tanto, de aporte de humedad al ambiente, en el interior del refectorio, posiblemente procedente del terreno.

Comparando los valores registrados en los meses de mayo y junio de 2007 con las lecturas de los meses de marzo

de 2007 y 2008, se observa un mayor contenido de humedad en el ambiente interior del refectorio, lo que puede asociarse a un aumento de la evaporación en la época más seca.

El mayor contenido de humedad registrado en el local de la planta bajo cubierta respecto a los registrados en la planta primera y en el ambiente exterior en la misma fecha parece indicar la existencia de otro aporte de humedad en dicho local, posiblemente relacionado con filtraciones observadas en el muro de cerramiento oeste, coincidiendo con el encuentro del faldón de cubierta con dicho muro.

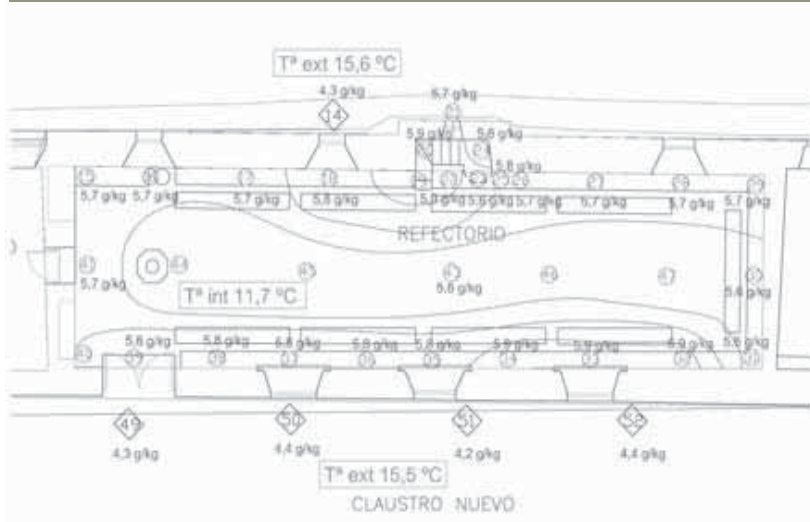
SEGUIMIENTO HIGROMÉTRICO

Como complemento al estudio realizado con los termohigrómetros portátiles, se instalaron termohigrómetros de registro continuo de humedad y temperatura, tal y como se ha especificado anteriormente.

Dos de los equipos se instalaron en una ventana del muro norte del refectorio (Data-Loggers A y C) de manera permanente durante todo el periodo de registro de datos. El objetivo era analizar conjuntamente las variaciones de las condiciones de temperatura y humedad del ambiente del refectorio a lo largo de los días y en relación con el ambiente exterior.

Un tercer equipo se fue instalando en

TOMA DE DATOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE LAS HUMEDADES



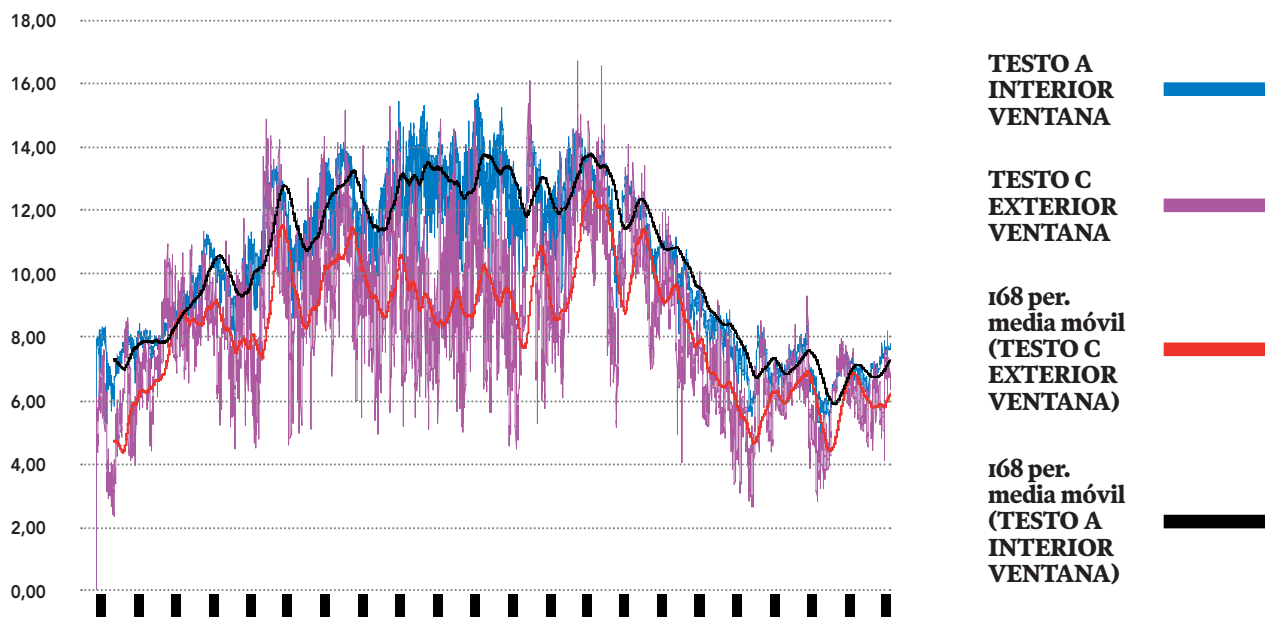
MEDIDA HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL AIRE:

- Humedad relativa HR (%)
- Temperatura del aire, T^a (° C)
- Temperatura de rocío T_d (° C)
- Humedad absoluta Hab (g/kg):

g vapor de agua

kg aire seco

TERMOHIGRÓMETROS DE REGISTRO DE HUMEDAD Y TEMPERATURA



diversos recintos o locales en diferentes periodos para, de esta manera, obtener información complementaria por comparación con los datos del interior del refectorio (ver gráfico arriba).

Análisis de los resultados. En el registro de temperaturas del interior del refectorio no se han observado variaciones significativas entre distintos puntos del local. Además, la temperatura interior se mantiene muy constante a lo largo del día, con intervalos de variación diaria de 2 a 3° C. Por el contrario, el intervalo de fluctuación de la temperatura exterior, tanto diaria como anual, es mucho más amplio.

A lo largo del año, la temperatura varía en paralelo al aumento y descenso de la temperatura exterior. La temperatura máxima del ambiente interior varía entre los 9-12° C en marzo y abril, de 14-18° C en mayo, junio y octubre, de 21-22° C en agosto y en torno a 7° C en diciembre.

Del análisis de los datos registrados se desprende que la ventilación del interior del refectorio es pequeña. Se produce principalmente por la apertura de alguna ventana o puerta, sólo a ciertas horas del día.

En resumen, se ha comprobado que el refectorio presenta una gran estabilidad térmica aportada por la gran inercia térmica de sus muros y la reducida ventilación del local a lo largo del día.

El comportamiento de éste frente a la humedad es similar en algunos aspectos al que manifiesta con respecto a la temperatura. Si analizamos los valores de humedad relativa registrados, conviene destacar la estabilidad de los valores del ambiente en su interior, que oscila siempre en torno al 60%-90%, a pesar de las variaciones exteriores.

La presión de vapor en el interior del refectorio supera siempre ligeramente a la del aire exterior. Si se analizan los valores de humedad absoluta se obtienen resultados equivalentes. Salvo algunas excepciones puntuales, el contenido de humedad en el interior se mantiene por encima de la del exterior, además la diferencia entre el ambiente exterior y el interior se incrementa en los meses más secos del año.

Al contrario de lo que ocurría con la temperatura, en el caso de la humedad absoluta sí se han observado variaciones en el contenido de humedad del ambiente dentro del propio local, registrándose valores más altos en las proximidades de la fachada norte respecto de los registrados junto a la fachada sur. Otro dato que se desprende del análisis de los registros realizados es que los locales de plantas superiores presentan menor contenido de humedad que el refectorio.

A lo largo del año, se han observado variaciones significativas en el contenido

de humedad tanto del ambiente interior como en el exterior. El intervalo de variación diaria del contenido de humedad en el exterior es siempre mucho más amplio que en el ambiente interior.

A lo largo de los meses estudiados, se puede observar cómo al incrementar la humedad exterior también lo hace la interior, pero más despacio y con una menor amplitud de fluctuación.

En algunas ocasiones, al descender la humedad exterior bruscamente, la humedad interior no desciende y se mantiene constante, para al cabo de los días comienza a descender ligeramente, presentando el muro una cierta inercia hídrica y una escasa ventilación, ya comentada anteriormente.

Del mismo modo, cuando la humedad exterior comienza a bajar al entrar en temporadas más secas y frías del año, también lo hace la interior pero, como en el caso anterior, más despacio y con un menor intervalo de fluctuación entre sus valores.

En resumen, se detecta mayor contenido de humedad en el interior del refectorio que en el exterior y que en locales de plantas superiores. La diferencia entre el contenido de humedad en el interior del refectorio y en el ambiente exterior aumenta en el periodo cálido y seco del año. Esto demuestra la existencia de uno o varios focos de humedad en el interior del refectorio, cuya evaporación hace aumentar la cantidad de vapor en el aire por encima de la que sería normal en el entorno del monasterio.

DETERMINACIÓN CONTENIDO DE SALES EN EL MURO

A partir de las muestras de material extraídas, se analiza el contenido total de sales en porcentaje del peso de la muestra (ver tabla adjunta derecha).

Del análisis de los resultados se obtiene que las muestras tienen un contenido muy bajo de sales solubles en agua, considerándose materiales poco higroscópicos, con lo que la existencia de una alteración de los materiales que componen los muros por contaminación con sales higroscópicas es muy reducida.

Determinación del contenido de humedad de los materiales de los paramentos. A partir de las muestras de material extraídas de los muros, se ha determinado el contenido de humedad original de cada una de las muestras y se han confeccionado los “ábacos de comportamiento hídrico”.

Las muestras se extrajeron mediante broca de corona circular accionada con taladro eléctrico, de modo que se altere lo menos posible el contenido en agua del material durante el muestreo. En algún caso en que no se pudo perforar mediante corona, generalmente en el caso del granito de los mampuestos, la muestra se extrajo mediante cincel y martillo. Tras la extracción, para su conservación y transporte las muestras se introducían en recipientes herméticos previamente tarados y se identificaban. Posteriormente se trasladaron al laboratorio para su estudio.

Se seleccionaron un total de 15 zonas de extracción, correspondientes al claustro nuevo, al interior del refectorio, al interior del local contiguo a éste en planta baja y al paramento exterior de la fachada norte coincidiendo con zonas de extracción del interior del refectorio y del local contiguo a éste en planta en baja. En cada una de dichas zonas se procedió a la extracción de muestras en

diferentes alturas respecto del pavimento, generalmente dos o tres puntos, para conocer las diferencias en el contenido de humedad y en el comportamiento de los materiales según la altura. También se tomaron muestras a ambos lados de un mismo muro y a una misma altura para determinar el comportamiento respecto a la variable interior-exterior.

En cada punto de extracción las muestras se iban extrayendo en profundidad, diferenciando los materiales constitutivos de la sección del muro. Cada una de las muestras se identificaba mediante una nomenclatura que permite reconocer la zona, orientación y punto de extracción (ver tabla adjunta a pie de página).

El contenido de humedad original del material indica el contenido de agua del material en el momento de la extracción, expresado igualmente en porcentaje del peso de la muestra.

Los “ábacos de comportamiento hídrico” reflejan los contenidos de agua que un material puede llegar a contener en relación a cada una de las formas de adsorción, absorción y penetración del agua, expresados en porcentaje en peso de la muestra sobre una escala.

Con los datos obtenidos se elabora una gráfica que sitúa la humedad original de cada material dentro de una caja que explica sus humedades de equilibrio al 75% (h75) y al 98% (h98), su contenido de agua en saturación por succión capilar (hcap), el contenido de agua por absorción bajo 5 cm de agua (hi) y el contenido de agua por absorción bajo presión de 20 mm Hg (hsat). La humedad original h (%) viene representada por un círculo (o).

Las muestras en las que h se encuentra dentro del primer recinto de su caja (hasta h75) tienen la humedad que les corresponde de acuerdo con las condiciones ambientales: son puntos que están en equilibrio con su ambiente. Si el tamaño de la caja es pequeño, podemos hablar de

CONTENIDO DE SALES EN EL MURO

Muestras	Total sales (%)
CN4FS/020/M044C	0,153
CN4FS/180/M051C	0,069
RF7MN/050/M075C	0,094
RF7MN/432/M084B	0,026
RF8MN/150/M092B	0,045
Ext.11FN/200/M104C	0,041
Ext.11FN/432/M107C	0,30

materiales “sanos”. Si las cajas son anormalmente largas, se puede pensar que estos materiales sufren una condensación por presencia de sales.

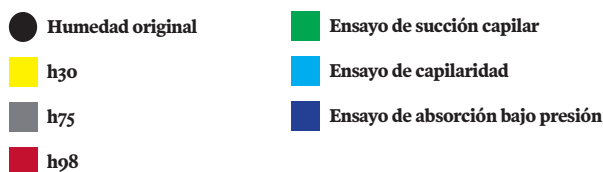
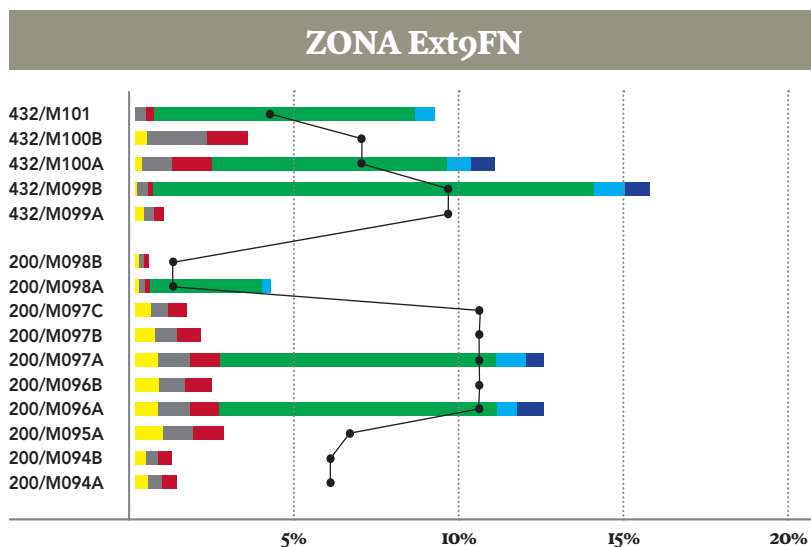
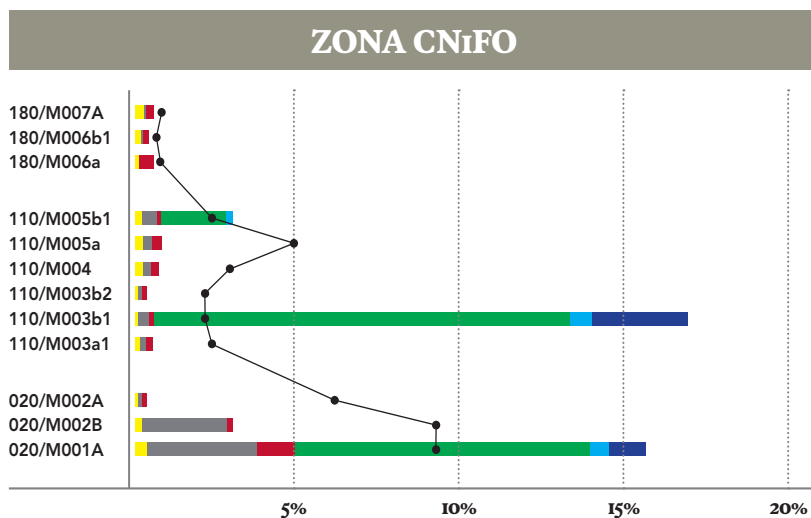
Las muestras cuya h se encuentra entre h75 y h98 están en zonas de evaporación, es decir, reciben vapor de agua por difusión desde algún otro material mojado contiguo. Aquellas muestras en las que h está por encima de h98 son puntos sometidos a la presencia de agua líquida: hay una fuente de humedad capilar próxima. De manera similar se analizarían el resto de los tramos hasta la humedad de saturación (hsat).

El tamaño de la caja en el intervalo higroscópico o de adsorción (h98) indica una mayor o menor higroscopicidad del material. Con la ayuda de estos gráficos se puede comprender de modo sencillo qué le está sucediendo a cada material muestreado.

Estudio de los resultados. Una vez confeccionados los ábacos para las muestras de los diferentes puntos de

DATOS DE EXTRACCIONES Y MUESTRAS

Zona de extracción	Nº de zona de extracción	Elemento constructivo orientación	Altura de extracción rpto. del pavimento	Nº de muestra	Porción de la misma muestra
CN	01	F0	020	M001	A



extracción, se pasa a analizar los resultados. El análisis no sólo se hace de manera individual para cada punto, sino que se relacionan diferentes puntos de extracción próximos, para completar el análisis con la comparación de sus resultados.

Del análisis de los resultados del muro sur del refectorio, que lo separa del claustro nuevo, muro oeste del claustro nuevo y muro medianero entre el refectorio y el local continuo, se extraen las siguientes conclusiones (ver plano muro sur, 1):

- El contenido de humedad mayor en zonas bajas, es decir, el muro a dicha altura se encuentra en una zona de succión capilar, el material que lo compone se conserva mojado.

- El contenido de humedad en las zonas bajas de los muros es muy alto, principalmente en las capas más interiores.
- El contenido de humedad disminuye en altura, es decir el muro en una mayor altura se encuentra de una zona de evaporación, el material que lo compone se conserva húmedo, para pasar a estar seco en una mayor altura.

Del análisis de los resultados del muro norte del refectorio y del local continuo, se extraen las siguientes conclusiones (ver plano muro norte, 2):

- El contenido de humedad es alto en las capas del muro que dan al exterior disminuyendo hacia las capas que dan al interior del local.
- El contenido de humedad en capas del muro que dan al exterior es constante

en altura, es decir, se encuentra en una zona de succión capilar, el material que lo compone se conserva mojado.

- El contenido de humedad en capas del muro que dan al interior del local disminuye ligeramente con la altura.

DIAGNÓSTICO

Tras el estudio realizado, que comprende la inspección visual y mediante la técnica de Termografía Infrarroja, el registro de humedad y temperatura de diferentes ambientes del monasterio, y la toma de muestras y su posterior ensayo en el laboratorio para conocer el contenido de humedad de los muros y sus “ábacos de comportamiento hídrico”, se pueden extraer las siguientes conclusiones respecto del origen de los distintos síntomas de humedad que presenta el monasterio.

Humedades por succión capilar de la humedad del terreno. En general, se ha comprobado que en el arranque de los muros del monasterio existe un problema de humedades por succión capilar, sin presión, de la humedad del terreno.

El emplazamiento del conjunto edificado en una ladera de vertiente sur, con abundantes vías de agua en el subsuelo que afloran en manantiales y fuentes, además de contar con la circulación de vías de agua que atraviesan el edificio por su subsuelo en galerías no canalizadas, hacen la ubicación del monasterio muy favorable para la afectación por problemas de humedades.

Del análisis de las muestras de material extraídas de los muros del monasterio en función de la altura de extracción, en la mayoría de las zonas estudiadas se observa un gradiente de disminución del contenido de humedad según se asciende por el muro.

De ello se deduce que la humedad detectada en estos muros proviene de la succión capilar desde el terreno de agua sin presión, asociado a la diferencia de presiones de vapor entre el agua del suelo y el ambiente.

Esta zona del monasterio coincide con una de las vías de agua que atraviesan el monasterio por su subsuelo. Al no estar canalizada, es lógico que el terreno circundante a dicha vía de agua presente un mayor contenido de humedad y, por tanto, suponga un mayor aporte a la base de los muros y al pavimento. Por otra

parte, las muestras extraídas de muros que en su arranque están en contacto con el terreno por su trasdós presentan contenidos de humedad en la zona baja del muro más altos que el que presentan muros con ambas caras al aire. Esto justifica el hecho de que el problema de la succión capilar se acentúa en aquellos muros que actúan como contención de tierras y que, por tanto, están en contacto con el terreno no sólo en su base sino también en su trasdós.

Humedades por filtración o absorción por la superficie de los paramentos de fachada. El estudio realizado demuestra que, además, existe un problema de humedades por filtración o absorción por la superficie de los paramentos de fachada que afecta fundamentalmente a los muros que presentan su superficie más deteriorada y sin revestimiento, como son la fachada norte del monasterio y la fachada este.

En general, el muro presenta un contenido de humedad muy elevado en las tres zonas estudiadas y a todas las alturas, con contenidos similares entre ellas comparando alturas equivalentes. Analizando la sección del muro se observa también cierto gradiente del contenido de humedad, descendiendo progresivamente del exterior hacia el interior. Estos datos indican que el aporte de humedad en el muro de la fachada norte no se sitúa únicamente en arranque del muro, por succión capilar del agua del terreno, sino que existe otro aporte relacionado con la filtración o la absorción desde la superficie exterior del muro.

Debe recordarse que el muro de fachada norte del monasterio presen-

ta una superficie muy irregular y, en muchas zonas, sin revestimiento de la fábrica de mampuesto. Sobre su superficie se observan síntomas de escorrentía del agua de lluvia, problema producido no sólo por la acción combinada de las precipitaciones y de los vientos dominantes, sino que se ve agravado por la ausencia de vuelo de los aleros de cubierta, que permite que las aguas de cubierta viertan directamente sobre el paramento de fachada.


Además, el mortero de la fábrica de mampostería presenta una gran capacidad de absorción capilar, con valores del límite de saturación capilar que se sitúan entre el 10% y el 16,88%, lo que favorece la absorción de agua por dicha fábrica. Los organismos y la vegetación existentes en la superficie exterior del muro, por un lado, demuestran el alto contenido de humedad del mismo y, por otro, favorecen la retención de humedad sobre el muro.

Los contenidos de humedad de los materiales de los muros están muy por encima, en general, de sus límites higroscópicos. A pesar de que el estudio se ha realizado durante un año de sequía, con una considerable disminución de las precipitaciones, los materiales analizados presentan contenidos de humedad elevados, lejos de los contenidos correspondientes a su equilibrio hídrico. Los materiales continúan mojados.

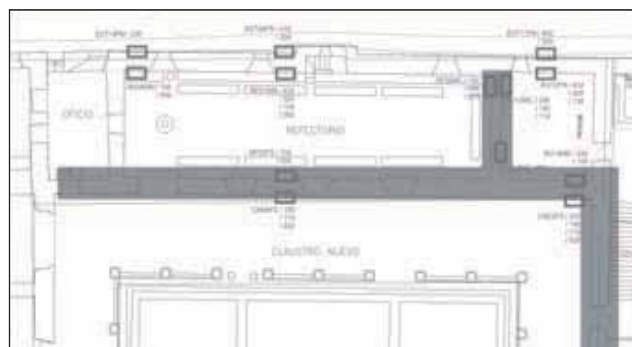
Su posible contaminación por sales higroscópicas no tiene una incidencia directa en los problemas que se observan. Los muros del monasterio han estado años semienterrados en el

terreno sin protección de ningún tipo de cubrición, siendo muros antiguos y sometidos a procesos de capilaridad, contienen sales provenientes terreno. Dicho contenido de sales, en planta baja no es suficiente como para tener una incidencia directa de las lesiones observadas. En planta primera no se analizó el contenido de sales de los materiales que conforman el muro de cerramiento.

Condensación superficial. Por último, no puede descartarse que en el muro norte del refectorio se produzcan humedades por condensación superficial sobre el paramento. El estudio realizado ha puesto de manifiesto las condiciones de saturación del ambiente del refectorio durante prácticamente todo el año; este proceso se ve favorecido por la escasa ventilación del local, que se desprende del análisis de los datos registrados de humedad y temperatura del ambiente.

Con las condiciones de temperatura y humedad medias registradas para el ambiente interior y exterior en los meses de diciembre y enero, existe riesgo de que se produzcan condensaciones sobre la superficie del muro norte del refectorio. 

1



2

